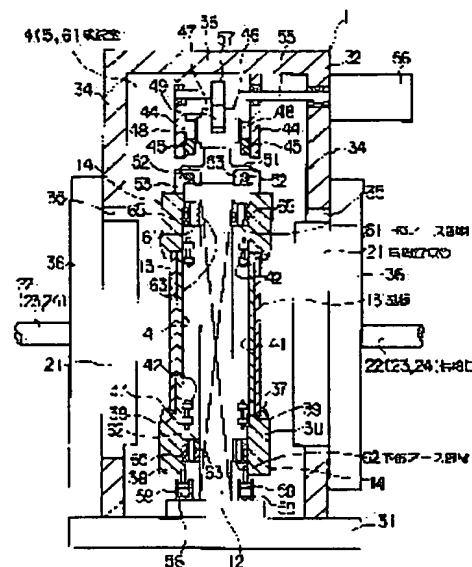


## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **2002-270600**(43)Date of publication of application : **20.09.2002**

(51)Int.Cl.

**H01L 21/31****C23C 16/509****H01L 31/04**(21)Application number : **2001-072971**(71)Applicant : **KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD**(22)Date of filing : **14.03.2001**(72)Inventor : **KURIBE YOSHIFUMI****(54) PLASMA CVD APPARATUS, PLASMA CVD METHOD AND THIN FILM SOLAR CELL****(57)Abstract:****PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma CVD apparatus in which deposition rate can be enhanced when a film is deposited on a substrate.**SOLUTION:** The plasma CVD system for forming a film on a substrate 13 carried into a film deposition chamber 4-6 comprises a holder 14 being driven to carry the substrate while holding, pipes 23 and 24 for supplying a material gas to the film deposition chamber, a high frequency electrode 21 disposed in the film deposition chamber and conducted while facing the substrate to generate plasma in the film deposition chamber, and upper and lower earth members 61 and 62 for earthing the holder by touching it under a state where at least the substrate faces the electrode.**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁（J.P）

(12) 公開特許公報（A）

(11)特許出願公開番号

特開2002-270600

（P2002-270600A）

(43)公開日 平成14年9月20日（2002.9.20）

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

テーム（参考）

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

C 4 K 0 3 0

C 2 3 C 16/509

C 2 3 C 16/509

5 F 0 4 5

H 0 1 L 31/04

H 0 1 L 31/04

T 5 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数12 O L （全 11 頁）

(21)出願番号 特願2001-72971(P2001-72971)

(22)出願日 平成13年3月14日(2001.3.14)

（出願人による申告）国等の委託研究の成果に係る特許出願（平成11年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「太陽光発電システム実用化技術開発委託事業」、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）

(71)出願人 000000941

鐘淵化学工業株式会社

大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号

(72)発明者 栗部 栄史

大阪府寝屋川市点野5-11-1

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦（外6名）

Fターム（参考） 4K030 AA06 BA30 BB12 CA06 FA03

GA12 JA03 JA09 JA16 JA18

KA30 LA16

5F045 AA08 BB08 BB09 CA13 DQ14

DQ15 EM01 EM08 EM09 EN05

5F051 AA05 BA11 BA14 CA16 CA22

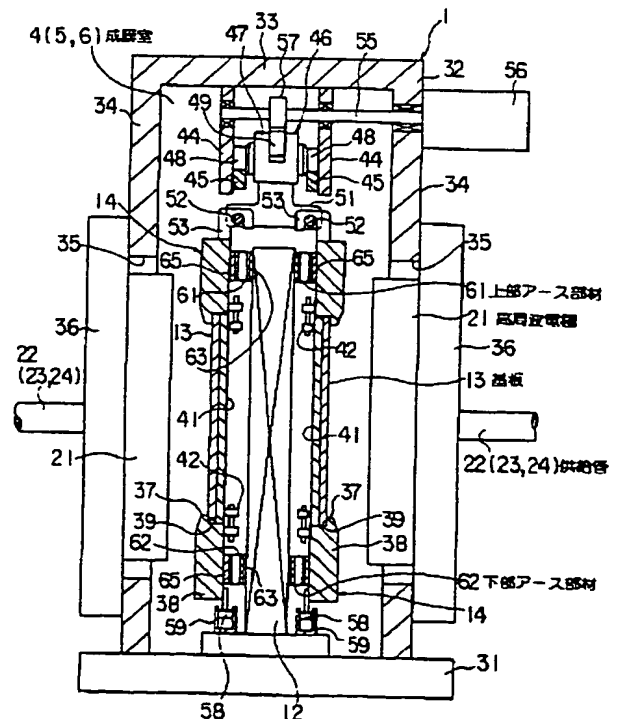
DA04

(54)【発明の名称】 プラズマCVD装置、プラズマCVD方法及び薄膜太陽電池

(57)【要約】

【課題】 この発明は基板に成膜する際に、その成膜速度を向上させることができるようにしたプラズマCVD装置を提供することにある。

【解決手段】 成膜室4～6に搬送された基板13に成膜するプラズマ成膜装置において、上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるホルダ14と、上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給管23、24と、上記成膜室に設けられ上記基板が対向した状態において通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる高周波電極21と、少なくとも上記基板が上記電極に対向する状態において上記ホルダと接触してこのホルダをアースする上部アース部材61及び下部アース部材62とを具備する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、

上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるホルダと、

上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、  
上記成膜室に設けられ上記基板が対向した状態において  
通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる電極と、

少なくとも上記基板が上記電極に対向する状態において  
上記ホルダと接触してこのホルダをアースするアース手段とを具備したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項2】 上記アース手段は、上記基板が上記電極に対向する位置において基板と電極との対向状態を一定に維持する位置決め手段を兼ねていることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項3】 成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、

上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるホルダと、

上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、  
上記成膜室に設けられ上記基板が対向した状態において  
通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる電極と、

上記基板が上記電極に対向する位置において上記ホルダに接触してこれらの対向状態を一定に維持する位置決め手段とを具備したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項4】 上記アース手段は、ばね状部材であることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項5】 上記アース手段は、上記ホルダの搬送方向と交差する上下方向の上部をアースする上部アース部材と、上記上下方向の下部をアースする下部アース部材と、上部アース部材と下部アース部材とを電気的に導通させる導通部材とを備えていることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項6】 上記成膜室には、上記基板を加熱するヒータが設けられ、

上記アース手段は上記ホルダと上記ヒータとのいずれか一方に設けられ、他方には上記アース手段に電気的に接触する接触部材が設けられていることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置。

【請求項7】 成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、

上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるキャリアにほぼ平行に吊り下げられた一対のホルダと、

上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、  
上記成膜室に上記一対のホルダの間に位置するよう設けられ成膜室に搬送された上記基板を加熱するヒータと、  
上記成膜室に設けられ一対のホルダに保持された上記基

板がそれぞれ対向した状態において通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる一対の電極と、

上記成膜室に設けられ上記キャリアに吊り下げられた一対のホルダの下端部を移動可能にガイドするガイド手段と、

少なくとも上記基板が上記電極に対向した状態において各ホルダに接触してこれらホルダを電気的にアースするとともに各ホルダに保持された基板と上記電極との対向状態を一定に維持するアース手段とを具備したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【請求項8】 基板をホルダに保持して成膜室に搬送することで、この基板に成膜するプラズマ成膜方法において、

基板を上記成膜室に搬送しこの成膜室に設けられた電極に対向するよう位置決めする工程と、

上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する工程と、  
上記電極に通電して上記成膜室にプラズマを発生させ上記基板に薄膜を形成する工程と、

基板に薄膜を形成するに先立って上記ホルダを強制的にアースする工程とを具備したことを特徴とするプラズマCVD方法。

【請求項9】 上記ホルダを強制的にアースすると同時に、このホルダに保持された基板を上記電極に対して所定の状態に位置決めすることを特徴とする請求項8記載のプラズマCVD方法。

【請求項10】 上記成膜室に供給される原料ガスの圧力は500Pa以上、基板と電極との対向間隔は12mm以下、上記電極に印加される電圧はパワーが2KW以上で、周波数が13MHz以上であることを特徴とする請求項8記載のプラズマCVD方法。

【請求項11】 シリコン系光電変換層を有する薄膜太陽電池において、

請求項8記載のプラズマCVD方法によって上記シリコン系光電変換層が形成されたことを特徴とする薄膜太陽電池。

【請求項12】 シリコン系光電変換層を有する薄膜太陽電池において、

請求項1記載のプラズマCVD装置によって上記シリコン系光電変換層が形成されたことを特徴とする薄膜太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、基板にシリコン系光電変換層を成膜するためのプラズマCVD装置、プラズマCVD方法及びこれらの装置や方法によって形成される薄膜太陽電池に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体装置としての薄膜太陽電池においては、そのガラス基板に半導体層である、p層、i層及びn層のシリコン系光電変換層が設けられる。基板への

3

半導体層の成膜は、通常プラズマCVD法によって行なわれる。

【0003】上記p層、i層及びn層を基板に成膜する場合、各層を同じ成膜室で成膜する単室反応形式があるが、成膜室内壁に付着した不純物（例えばB、Pなど）が膜中に取り込まれ易いため、膜質低下の原因になるということがある。よって、一般的には仕切壁を介してp層、i層及びn層をそれぞれ成膜する複数の成膜室を直列的に設けた、インライン方式が採用される。

【0004】インライン方式の場合、基板を保持可能なホルダを有し、このホルダはキャリアによって各成膜室にわたり搬送駆動されるようになっている。各成膜室には平板状の電極が設けられるとともに、成膜用の原料ガスが供給される。

【0005】そして、上記ホルダが搬送されて上記電極に上記基板が対向すると、電極には高周波電源から高周波電力が供給される。それによって、成膜室の電極と基板との対向面で原料ガスがプラズマ化され、上記基板に半導体層が成膜されるようになっている。

【0006】成膜速度を向上させるには、電極に投入する高周波電力のパワーを大きくする。その場合、上記ホルダのアースが十分にとれていないと、ホルダと電極との対向部分以外に異常放電が発生する。それによって、電極に投入する電力のパワーを増大しても、成膜速度が増加しないということになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来、基板を保持したホルダのアースは、このホルダを搬送するキャリアを介して行なっていた。すなわち、ホルダは上端がキャリアに吊持され、下端はホルダが揺れ動くのを規制するためにその下端に設けられたローラをガイドレールに係合させている。

【0008】ローラとガイドレールとは接触状態が確実でないから、ホルダのアースのほとんどは、上端に設けられたキャリアによって行なわれる。キャリアは、このキャリアを駆動する歯車列などの駆動機構を介してアースすることができるものの、歯車列などの接触部分は電気抵抗が大きいから、アースが確実に行なわれないということがある。

【0009】そのため、ホルダのアースを十分にとることができないから、電極に投入される電力のパワーが増大すると、電極と基板との間以外の部分にもプラズマ放電が発生し、高周波電力のパワー増大に応じて成膜速度を向上させることができないということがあった。

【0010】ホルダは上端がキャリアに連結され、下端に設けられたローラがガイドレールに移動可能に係合しているため、ガイドレールとローラとの間には隙間が生じることが避けられない。そのため、キャリアによってホルダを搬送駆動し、基板が電極に対向する位置で位置決めしても、上記ガイドレールとガイドローラとの隙間

(3)

4

に応じてホルダを一定の精度で位置決めすることができない。

【0011】それによって、基板と電極との平行度が低下するため、基板に薄膜を均一な厚さで成膜することができないということがある。

【0012】この発明は、ホルダを確実にアースして基板と電極との対向面間以外の部分に異常なプラズマ放電が発生するのを防止できるようにしたプラズマCVD装置、プラズマCVD方法及びその方法や装置によって作られる薄膜太陽電池を提供することにある。

【0013】この発明は、電極に対して基板を一定の状態で位置決めする、つまり電極と基板との平行度を高めることができるようにすることで、基板に均一な膜厚で成膜できるようにしたプラズマCVD装置、プラズマCVD方法及びその方法や装置によって作られる薄膜太陽電池を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるホルダと、上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、上記成膜室に設けられ上記基板が対向した状態において通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる電極と、少なくとも上記基板が上記電極に対向する状態において上記ホルダと接触してこのホルダをアースするアース手段とを具備したことを特徴とするプラズマCVD装置にある。

【0015】請求項2の発明は、上記アース手段は、上記基板が上記電極に対向する位置において基板と電極との対向状態を一定に維持する位置決め手段を兼ねていることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置にある。

【0016】請求項3の発明によれば、成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるホルダと、上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、上記成膜室に設けられ上記基板が対向した状態において通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる電極と、上記基板が上記電極に対向する位置において上記ホルダに接触してこれらの対向状態を一定に維持する位置決め手段とを具備したことを特徴とするプラズマCVD装置にある。

【0017】請求項4の発明は、上記アース手段は、ばね状部材であることを特徴とする請求項1記載のプラズマCVD装置にある。

【0018】請求項5の発明は、上記アース手段は、上記ホルダの搬送方向と交差する上下方向の上部をアースする上部アース部材と、上記上下方向の下部をアースする下部アース部材と、上部アース部材と下部アース部材とを電氣的に導通させる導通部材とを備えていることを

(4)

5

特徴とする請求項 1 記載のプラズマ CVD 装置にある。

【0019】請求項 6 の発明は、上記成膜室には、上記基板を加熱するヒータが設けられ、上記アース手段は上記ホルダと上記ヒータとのいずれか一方に設けられ、他方には上記アース手段に電氣的に接触する接触部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマ CVD 装置にある。

【0020】請求項 7 の発明は、成膜室に搬送された基板に成膜するプラズマ成膜装置において、上記基板を保持可能であるとともに搬送駆動されるキャリアにほぼ平行に吊り下げられた一対のホルダと、上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する供給手段と、上記成膜室に上記一対のホルダの間に位置するよう設けられ成膜室に搬送された上記基板を加熱するヒータと、上記成膜室に設けられ一対のホルダに保持された上記基板がそれぞれ対向した状態において通電されることで上記成膜室にプラズマを発生させる一対の電極と、上記成膜室に設けられ上記キャリアに吊り下げられた一対のホルダの下端部を移動可能にガイドするガイド手段と、少なくとも上記基板が上記電極に対向した状態において各ホルダに接触してこれらホルダを電氣的にアースするとともに各ホルダに保持された基板と上記電極との対向状態を一定に維持するアース手段とを具備したことを特徴とするプラズマ CVD 装置にある。

【0021】請求項 8 の発明によれば、基板をホルダに保持して成膜室に搬送することで、この基板に成膜するプラズマ成膜方法において、基板を上記成膜室に搬送しこの成膜室に設けられた電極に対向するよう位置決めする工程と、上記成膜室に成膜用の原料ガスを供給する工程と、上記電極に通電して上記成膜室にプラズマを発生させ上記基板に薄膜を形成する工程と、基板に薄膜を形成するに先立って上記ホルダを強制的にアースする工程とを具備したことを特徴とするプラズマ CVD 方法にある。

【0022】請求項 9 の発明は、上記ホルダを強制的にアースすると同時に、このホルダに保持された基板を上記電極に対して所定の状態に位置決めすることを特徴とする請求項 8 記載のプラズマ CVD 方法にある。

【0023】請求項 10 の発明は、上記成膜室に供給される原料ガスの圧力は 500 Pa 以上、基板と電極との対向間隔は 12 mm 以下、上記電極に印加される電圧はパワーが 2 KW 以上で、周波数が 13 MHz 以上であることを特徴とする請求項 8 記載のプラズマ CVD 方法にある。

【0024】請求項 11 の発明は、シリコン系光電変換層を有する薄膜太陽電池において、請求項 8 記載のプラズマ CVD 方法によって上記シリコン系光電変換層が形成されたことを特徴とする薄膜太陽電池にある。

【0025】請求項 12 の発明は、シリコン系光電変換層を有する薄膜太陽電池において、請求項 1 記載のプラ

6

ズマ CVD 装置によって上記シリコン系光電変換層が形成されたことを特徴とする薄膜太陽電池にある。

【0026】この発明によれば、基板が電極に対向する状態において、基板を保持したホルダを強制的にアースするため、電極に供給する電力のパワーを増大させても、基板と電極との対向面間以外の部分でプラズマ放電が発生するのを防止することが可能となる。

【0027】この発明によれば、基板が電極に対向する位置において、基板を保持したホルダに接触することで、基板と電極との対向状態を一定に維持することができるため、基板に形成される薄膜の厚さを均一化することが可能となる。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、この発明の一実施の形態を図面を参照して説明する。

【0029】図 1 と図 2 にはこの発明の一実施の形態に係るシリコン系光電変換層を製造するプラズマ CVD 装置を示す。このプラズマ CVD 装置は装置本体 1 を備えている。この装置本体 1 は細長い箱型状をなして、その内部空間は隔壁 2 によって複数の室に区画形成されている。

【0030】図 1 は CVD 装置を側面より見た図、図 2 は上面より見た図である。

【0031】すなわち、上記本体 1 は、上記隔壁 2 によって長手方向一端部から加熱室 3、第 1 の成膜室 4、複数の第 2 の成膜室 5、第 3 の成膜室 6 及び取出し室 7 に順次区画形成されている。第 2 の成膜室 5 は 2 乃至 6 程度の複数であって、この実施の形態では 5 つの第 2 の成膜室 5 (図 1 では一部省略している) が形成されてい

る。

【0032】図 2 に示すように各室 3～7 を区画した隔壁 2 と、本体 1 の長手方向一端壁と他端壁とには、それぞれ矩形状の連通孔 8 が開口形成されている。各連通孔 8 は開閉自在なシャッター 9 によって気密に閉塞されている。各シャッター 9 を開閉駆動するそれぞれの駆動源 10 は制御装置 11 によって駆動制御されるようになっている。なお、駆動源 10 としてはリニアモータや流体圧シリンダなどが用いられる。

【0033】この実施の形態では、各駆動源 10 には上記制御装置 11 から同じタイミングで駆動信号が入力されるようになっている。それによって、各シャッター 9 はそれぞれの連通孔 8 を同時に開閉するようになっている。なお、各シャッター 9 は個々別々に開閉してもよいが、同時に開閉する方がタクト的には好ましい。

【0034】上記取出し室 7 を除く他の各室 4～6 には、これら室の幅方向中央部分にヒータ 12 が立位状態で配設されている。これらヒータ 12 は、上記制御装置 11 からの制御信号によって加熱室 3、第 1 乃至第 3 の成膜室 4～6 をそれぞれ所定の温度に加熱する。ヒータ 12 の詳細は図示しないが、導電性の炭素カーボンによ

7

って形成された板状部材の内部に発熱線が埋設されてなる。

【0035】上記加熱室3の連通孔8からは、一側面に基板13が保持された一対のホルダ14が、基板13が保持されていない他側面（背面）を上記ヒータ12に対向させて送り込まれる。上記ホルダ14は後述するごとく少なくとも一部が所定の熱容量を有する材料、たとえば金属などによって形成されている。

【0036】上記ホルダ14はヒータ12と同様、立位状態となっていて、後述するごとく加熱室3に搬入された後、上記加熱室3から取出し室7に向かって順次間欠的に搬送されるようになってい

る。【0037】上記加熱室3へのホルダ14の搬入と、上記取出し室7からのホルダ14の搬出、及びホルダ14を隣り合う室4〜7へ搬送する動作は上記シャッタ9が連通孔8を開放したタイミングと同期して行なうようにしてもよい。つまり、各室4〜7で後述する処理がなされた基板13はホルダ14とともに同じタイミングで下流側の室に順次搬送するようにしてもよい。

【0038】上記基板13はたとえば薄膜太陽電池を構成するガラス基板である。この基板13の一側面には図3に示すように透明導電膜15が予め形成されていて、この透明導電膜15上に後述するようにp層16、i層17及びn層18の各半導体層（シリコン系光電変換層）が順次積層形成される。それによって、薄膜太陽電池が形成される。

【0039】上記透明導電膜15としては $\text{SnO}_2$ が用いられる。 $\text{SnO}_2$ を用いると、成膜温度を高くして成膜した場合に、この $\text{SnO}_2$ が水素原子を含んだ還元性のプラズマと接触しても還元されにくくなり、生成される金属の量も少なくなるから、半導体層が汚染されることによりその特性が低下するのを著しく改善することができる。

【0040】上記第1乃至第3の成膜室4〜6には、一対のホルダ14に保持された基板13と対向する位置に、それぞれ高周波電極21が配設されている。各高周波電極21には上記制御装置11から高周波電力が給電される。上記基板13は矩形板状であって、上記高周波電極21は基板13よりも大きな矩形板状に形成されている。

【0041】図1に示すように、上記第1の成膜室4には第1の供給管22が接続されている。この第1の供給管22からは上記第1の成膜室4にp層16を成膜するための第1の原料ガスが供給されるようになってい

る。【0042】同様に、各第2の成膜室5にはi層17を成膜するための第2の原料ガスを供給する第2の供給管23が接続されている。第3の成膜室6にはn層18を成膜するための原料ガスを供給する第3の供給管24が接続されている。なお、原料ガスとしては $\text{SiH}_4$ 等が用いられ、p層16を成膜する第1の成膜室4には不純

(5)

8

物として $\text{B}_2\text{H}_6$ などが混合され、n層18を成膜する第3の成膜室6には不純物として $\text{PH}_3$ 等が混合される。また、複数の供給管により、ガスを供給する場合もある。

【0043】各供給管22〜24はそれぞれの室に設けられた高周波電極21に接続され、図1に示すようにこの高周波電極21を通じてその板面に開口形成された流出孔21aから流出するようになっている。なお、高周波電極21は板状のものに代わり、棒状部材を矩形状に組んだものであってもよい。

【0044】さらに、各成膜室3〜7には真空ポンプ25が接続され、これらの室3〜7を減圧できるようにになっている。各室3〜7を所定の圧力に減圧し、そのうちの室4〜6にそれぞれ原料ガスを供給し、さらに高周波電極21に給電すると、各室4〜6に供給された原料ガスが励起されてプラズマ化される。それによって、各室4〜6の基板13にはp層16、i層17及びn層18がそれぞれ成膜されることになる。

【0045】図4は各成膜室4〜6を示す装置本体1の縦断面図で、図5はホルダ14の断面図である。装置本体1はベース盤31上に壁体32が設けられてなり、この壁体32は天井壁33及びこの天井壁33の幅方向両端から垂下された一対の側壁34を有する。各側壁34の下端は上記ベース盤31の上面に気密に接合固定されている。

【0046】一対の側壁34の各成膜室4〜6を構成する部分には、ヒータ12の一側面と他側面とに対向して開口部35が形成されている。各開口部35にはそれぞれ高周波電極21が気密に接合固定されている。つまり、高周波電極21は、この高周波電極21よりも大きな矩形状の取付け板36に傾き角度の調整可能に保持されていて、この取付け板36の周辺部を上記側壁34の外面に気密に接合させている。また、高周波電極21の電力印加部位は、側壁34や取付け板36とは電氣的に絶縁されている。

【0047】上記ホルダ14はホルダ本体38を有する。このホルダ本体38は、開口部37が形成された矩形状をなして、開口部37の周辺部には段部39が形成されている。この段部39には上記基板13が一側面の周辺部を係合させている。この基板13の他側面には上記ホルダ本体38とでホルダ14を構成する背板41が接合されている。この背板41は、上記ホルダ本体38の背面の開口部37の周辺部に設けられたクランプ42によって上記ホルダ本体38に着脱可能に固定されている。

【0048】それによって、上記基板13は、ホルダ14に対し位置決めされ、かつホルダ本体38の開口部37から一側面を露出させて保持固定される。上記ホルダ38は例えば $\text{SiUS430}$ などの耐熱性及び導電性を有する金属によって形成され、上記背板41は同じく耐熱

9

性と導電性を有するカーボンによって形成されている。

【0049】図4に示すように、上記装置本体1の壁体32の天井壁33の内面には一対の支持壁44が所定間隔で平行に離間して垂設されている。各支持壁44の内面には走行レール45が設けられている。この走行レール45にはキャリア46が走行可能に支持されている。

【0050】上記キャリア46は図6に示すように角柱状の可動体47を有する。この可動体47の両側面には長手方向に沿って所定間隔でローラ48が設けられ、このローラ48は上記走行レール45に転動可能に係合する。

【0051】上記可動体47には、その上面に歯面を露出させたラック49が長手方向全長にわたって設けられ、下面には長手方向に所定間隔で3つのハンガ51が設けられている。各ハンガ51はそれぞれ左右一対の係合杆52が設けられている。

【0052】各ハンガ51の左右3つの係合杆52にはそれぞれ上記ホルダ14がホルダ本体38の上端に設けられた3つのフック53を着脱可能に係合させて吊持される。つまり、キャリア46の可動体47には、一対のホルダ14が左右に所定間隔で離間しかつ着脱可能に吊り下げられる。

【0053】図4に示すように、上記一対の支持壁44の上部には、長手方向に所定間隔で複数の回転軸55

(1つのみ図示)が回転可能に支持されている。この回転軸55の一端部は装置本体1の側壁34から外部へ気密に突出し、この突出端部は駆動源56に連結されている。

【0054】上記回転軸55の中途部には上記ラック49に噛合するピニオン57が嵌着されている。それによって、上記回転軸55が駆動源56によって回転駆動されると、上記ピニオン57とラック49を介して上記キャリア46が走行レール45に沿って走行する。それによって、基板13を保持した一対のホルダ14は各成膜室4～6のヒータ12と高周波電極21との間を搬送されることになる。

【0055】図4と図5に示すように、各ホルダ14の下端にはガイドローラ58が回転軸線をほぼ垂直にして設けられている。このガイドローラ58は各室3～7の内底部に設けられたガイドレール59に転動可能に係合している。それによって、キャリア46により搬送されるハンガ51が搬送方向と交差する横方向に振れるのを制限している。なお、上記ガイドローラ58とガイドレール59とでガイド手段を形成している。

【0056】図4と図7に示すように、第1乃至第3の成膜室4～6のヒータ12の一側面と他側面とには、上部に上部アース部材61が設けられ、下部に下部アース部材62が設けられている。

【0057】各アース部材61、62は、たとえば帯状のステンレス鋼板を波形に成形してなり、この帯状鋼板

(6)

10

の谷の部分ヒータ12の各側面の上部と下部との幅方向に沿って密着固定された帯状金属板からなる取付け板63にスポット溶接などで固着して設けられている。それによって、各アース部材61、62は、その波形状の山の部分が弾性変形可能なばね部になっている。

【0058】上部アース部材61と下部アース部材62とは複数箇所、たとえば長手方向両端部の2箇所が帯状金属板からなる導通部材64によって電氣的に導通されている。なお、ヒータ12が上述したように導電性を備えた材料であるカーボンによって形成されているため、各アース部材61、62は図示しないアース部材や上記ヒータ12を介して装置本体1にアースされている。

【0059】図4に示すように、上記ホルダ本体38の上記ヒータ12の側面に対向する背面には、このヒータ12の側面に設けられた上部アース部材61と下部アース部材62とにそれぞれ電氣的に接触する帯板状の導電部材からなる接触部材65が搬送方向のほぼ全長にわたって設けられている。

【0060】上記ホルダ14がキャリア46によってヒータ12と対向する位置に搬送されてくると、ホルダ本体38の背面に設けられた接触部材65がヒータ12の各側面に設けられた上部アース部材61と下部アース部材62との山の部分を弾性変形させて接触する。

【0061】それによって、ホルダ14のホルダ本体38及びこのホルダ本体38に一体的に設けられた背板41が接触部材65、上下アース部材61、62、取付け板63及びヒータ12を介して装置本体1にアースされる。

【0062】それと同時に、一対のホルダ14が各アース部材61、62のばね作用によってハンガ51に支持された上端を支点として下端がヒータ12の側面から離れる方向に付勢されるから、その下端に設けられたガイドローラ58がガイドレール59の側面に圧接する。

【0063】それによって、ホルダ14が所定の位置に位置決めされ、このホルダ14に保持された基板13と高周波電極21との対向状態が所定の状態に設定される。したがって、ホルダ14が各アース部材61、62のばね作用によって位置決めされた状態において、基板13に対して高周波電極21が平行に対向するよう、取付け板63に対する高周波電極21の取付け状態を設定しておけば、基板13を高周波電極21に対して平行になるよう位置決めすることが可能となる。

【0064】つぎに、上記構成の半導体装置の製造装置によって基板13に半導体層を形成する手順について説明する。

【0065】まず、加熱室3、第1の成膜室4、第2の成膜室5及び第3の成膜室6に設けられたヒータ12に通電し、これらの加熱室3及び成膜室4、5、6を所定の温度に加熱制御する。また、第1乃至第3の成膜室4～6を所定の圧力に減圧する。

(7)

11

【0066】このような状態において、制御装置11によって運転を開始すると、加熱室3の入口のシャッター9が駆動されて加熱室3入口の連通孔8が開放される。それと同時にキャリア46が駆動され、このキャリア46のハンガ51に吊持された、基板13を保持したホルダ14が加熱室3に搬入される。その後、加熱室3のシャッター9が閉じ、加熱室3を所定の圧力に減圧する。

【0067】この時点で第1乃至第3の成膜室4～6及び取出し室7にホルダ14が存在すれば、それらのホルダ14は下流側の室に順次搬送され、また取出し室7のホルダ14は外部に取出されることになるが、以下では1つのホルダ14が順次搬送される場合について説明する。

【0068】なお、ホルダ14の搬送は一タクトの一定時間毎に行われるようになっていく。

【0069】加熱室3にホルダ14が搬入されて一定時間が経過すると、ホルダ14の搬送が行われる。つまり、加熱室3のホルダ14が第1の成膜室4に搬送される。第1の成膜室4にホルダ14が搬送され、このホルダ14に保持された基板13が高周波電極21に対向する状態に位置決めされると、第1の成膜室4の高周波電極21に通電されて原料ガスがプラズマ化される。それによって、ホルダ14に保持された基板3の透明導電膜15上にp層16が成膜されることになる。

【0070】ついで、一定時間が経過すると、第1の成膜室4のホルダ14は複数の第2の成膜室5のうちの、最初(最も上流側)の成膜室5に搬入され、ここで基板13が高周波電極21に対向する状態で位置決めされた後、その基板13のp層16上にi層17が成膜される。i層17の成膜は複数の第2の成膜室5で順次繰り返して行われる。それによって、i層17はp層16に比べて十分に厚く成膜することができる。

【0071】複数の第2の成膜室5でi層17が所定の厚さに成膜されると、その基板13を保持したホルダ14は第3の成膜室6に搬送される。ここで、上記基板13が高周波電極21に対向した状態で位置決めされた後、その基板13のi層17上にn層18が成膜される。基板13にn層18が形成されると、その基板13を保持したホルダ14は取出し室7を経て外部に取出され、次工程へ搬送されることになる。

【0072】なお、最初のホルダ14が加熱室3から第1の成膜室4へ搬送されると、次のホルダ14が加熱室3へ搬送されるため、全ての室3～7でそれぞれの処理が同時に行われることになり、また全ての室3～7から下流側の室へのホルダ14の搬送も同時に行われる。図1、図2は各室3～7にホルダ14が搬送されている状態を示している。

【0073】キャリア46によって基板13を保持したホルダ14が各成膜室3～5に搬送されると、各ホルダ14のホルダ本体38の背面に設けられた接触部材65

12

がヒータ12の各側面の上部と下部に設けられた上部アース部材61と下部アース部材62とに弾性的に接触する。

【0074】それによって、各ホルダ14は、接触部材65、上下アース部材61、62、取付け板63及びヒータ12を介して装置本体1に確実にアースされることになる。

【0075】そのため、基板13を高周波電極21に対向させた状態で、この高周波電極21に高周波電力を供給して基板と高周波電極21との対向面間にプラズマ放電を発生させる際、上記ホルダ14のアースが確実に取れていることで、高周波電極21と基板13との対向面間以外の部分、たとえばヒータ12とハンガ51の間などに異常放電が発生するのを防止することができる。

【0076】それによって、高周波電極21へ入力される高周波電力のパワーに応じて成膜速度を速くすることが可能となる。

【0077】上部アース部材61と下部アース部材62とがホルダ14の背面の接触部材65に弾性的に接触することで、キャリア46のハンガ51に上端を係合させて吊持されたホルダ14は下端部のガイドローラ58がガイドレール59の一侧に当接して高周波電極21との対向状態が位置決めされる。

【0078】つまり、ホルダ14がキャリア46のハンガ51に搬送方向と交差する左右方向にがた付きのある状態で吊持されていても、このホルダ14は上下アース部材61、62の弾力性によってがた付きのない一定の状態で高周波電極21に対向させて位置決めすることができる。

【0079】そのため、ホルダ14に保持された基板13を高周波電極21に平行に対向させることが可能となるから、そのことによって基板13に半導体膜を均一な厚さで形成することが可能となる。

【0080】つまり、上部アース部材61と下部アース部材62とは、ホルダ14のアースを確実に取るとともに、ホルダ14を弾性的に付勢し、基板13と高周波電極21とを平行になるようホルダ14を位置決めする機能を有する。

【0081】上記ヒータ12の一側面と他側面とに設けられた上記上部アース部材61と下部アース部材62とは、導通部材64によって電氣的に導通されている。そのため、上部アース部材61と下部アース部材62とによるホルダ14のアースが上記導通部材64によって、より一層確実に行なわれることになるから、そのことによって、異常放電の発生を防止して成膜速度の向上を図ることができる。

【0082】下記〔表1〕は、ホルダ14を本件発明のように上部アース部材61と下部アース部材62とによって強制的にアースした場合と、強制的なアースなしの場合とで高周波電極21に投入する高周波電力のパワー



(3)

13

を変化させ成膜したときに、異常放電が発生するか否かを観察した結果を示す。

【0083】なお、成膜条件は、高周波電極21と基板13との対向間隔が8mm、高周波電力の周波数は1

3.56MHz、成膜室に供給される原料ガスの圧力は \*

#### 異常放電発生状況

電極への投入 パワー [kw/m <sup>2</sup> ]	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
ホルダのアース なし	異常放電 なし	キャリアとヒータ との間で異常放電		キャリアとヒータとの間 及び基板とヒータとの間 で異常放電			
ホルダのアース あり	異常放電なし						

【0085】この〔表1〕から明らかなように、ホルダ14を強制的にアースしない場合、高周波電極21への高周波電力の投入パワーが1.0KW/m<sup>2</sup>のときには異常放電が発生しなかったが、投入パワーを2.0KW/m<sup>2</sup>以上になると異常放電が発生することが確認された。

【0086】これに対してホルダ14を強制的にアースした場合には、高周波電極21への投入パワーが1.0KW/m<sup>2</sup>～7.0KW/m<sup>2</sup>の範囲で異常放電が発生することがなかった。すなわち、ホルダ14を強制的にアースすることで、異常放電の発生を招くことなく高周波電極21への投入パワーを高めることができるから、その投入パワーに応じて成膜速度を向上させることができることになる。

【0087】ホルダ14を強制的にアースしない場合には、基板13と高周波電極21との平行度は2.4mmであったが、本件発明のように上部アース部材61と下部アース部材62とをホルダ14に弾性的に接触させると、これらの平行度を1.0mmに向上させることができた。つまり、ホルダ14を強制的にアースすること ※

#### 膜厚分布状況

基板と電極との 対向間隔 (mm)	12	10	8	6
ホルダのアース なし	±12%以内	±13%以内	±15%以内	±25%以内
ホルダのアース あり	±10%以内			

【0092】この〔表2〕から明らかなように、ホルダ14を上下のアース部材61、62によって強制的にアースしない場合には、基板13と高周波電極21との対向間隔が12mmであっても、膜厚分布は±12%で、対向間隔がそれ以下になればなる程、膜厚分布が小さくなることを測定された。

【0093】これに対し、ホルダ14を上下のアース部

14

\* 1200Pa、ガス種はシラン：水素を1：100の割合で混合したものである。

【0084】

〔表1〕

※で、上部アース部材61と下部アース部材62とをホルダ14に弾性的に接触させてホルダ14を位置決めすると、基板13と高周波電極21との平行度を向上させることができる。

【0088】ここでいう平行度とは、基板13の板面と、高周波電極21の板面との間の距離の最大値と最小値との差である。

【0089】下記〔表2〕はホルダ14を強制的にアースしない場合と、アースした場合とにおいて、基板13と高周波電極21との対向間隔を変化させ、5KWの投入パワーで、910mm×455mmの大きさの矩形状の基板13に多結晶シリコン膜を厚さ約2μmで成膜したときの膜厚分布、つまり膜厚のばらつきを測定した結果である。

【0090】なお、基板13と高周波電極21との対向間隔によって成膜室のガス圧は変化させた。また、太陽電池に使用する半導体膜の膜厚分布は±10%以内であることがその性能上、要求されている。

【0091】

〔表2〕

材61、62によって強制的にアースした場合、つまりホルダ14の上下のアース部材61、62に接触させて位置決めした場合には、基板13と高周波電極21との対向間隔が12～6mmの範囲で膜厚分布が±10%以内であった。

【0094】以上のことにより、ホルダ14を強制的にアースすることで、ホルダ14に保持された基板13と

(9)

15

高周波電極21との平行度を向上させることができるため、基板13と高周波電極21との対向間隔が12～6mmの範囲で、膜厚分布を±10%以内にすることができることが確認された。

【0095】つまり、ホルダ14を上下のアース部材61、62によって強制アースすることで基板13と、高周波電極21との対向間隔を狭くしても所定の範囲内の膜厚分布で成膜することが可能となるから、そのことによっても成膜速度を向上させることが可能となる。

【0096】上記一実施の形態では、帯板状の鋼板を波形形状に形成した上下のアース部材61、62をアース手段として用いたが、図8に示すように取付け板63に所定間隔で複数のコイルスプリング71の一端を固着し、このコイルスプリング71の他端に周辺部がアール状に形成された蓋部材72を固着したものをアース手段として用いるようにしてもよい。

【0097】つまり、アース手段は、ホルダ14のホルダ本体38の背面に弾性的に接触し、このホルダ本体38及びホルダ本体38に設けられた背板41を強制的にアースするとともに、ホルダ14を高周波電極21に対して所定の対向状態で位置決めできるものであればよい。

【0098】また、上下のアース部材をホルダ14の電氣的なアースと、高周波電極との対向状態を位置決めする位置決めとに兼用したが、上記ホルダのアースと位置決めとを別々のばね状部材で行なうようにしてもよい。

【0099】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、基板が電極に対向する状態において、基板を保持したホルダを強制的にアースするようにした。

【0100】そのため、電極に供給する高周波電力のパワーを増大させても、基板と電極との対向面間以外の部分でプラズマ放電が発生するのを防止することが可能となるから、電極に供給する高周波電力のパワーを増大させて成膜速度を向上させることができる。

【0101】また、基板が電極に対向する位置におい

16

て、基板を保持したホルダに接触することで、基板と電極との対向状態を一定に維持することができる。

【0102】そのため、基板と電極との平行度を高め、これらの対向間隔を狭くしても基板に形成される膜厚分布を一定の範囲内に維持することができる。言い換えれば、基板と電極との対向間隔を小さくしても、膜厚精度を維持できるから、対向間隔を小さくして成膜速度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】この発明の一実施の形態を示す半導体装置の製造装置の全体構成を示す一部断面した側面図。

【図2】半導体装置の製造装置の全体構成を示す横断面図。

【図3】薄膜太陽電池の一部分を示す拡大断面図。

【図4】成膜室の拡大縦断面図。

【図5】ホルダの断面図。

【図6】キャリアの斜視図。

【図7】ヒータの斜視図。

20 【図8】この発明の他の実施の形態のばね状部材が設けられたヒータの断面図。

【符号の説明】

3…加熱室

4…第1の成膜室

5…第2の成膜室

6…第3の成膜室

13…基板

14…ホルダ

21…高周波電極

23、24…原料ガスの供給管

30 38…ホルダ本体

46…キャリア

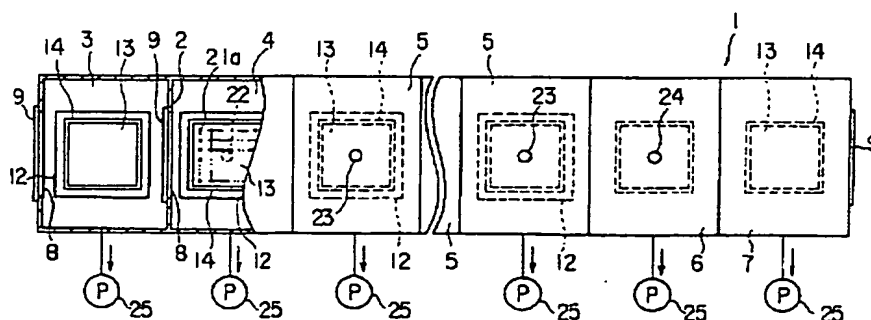
61…上部アース部材

62…下部アース部材

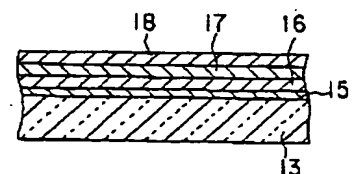
64…導通部材

65…接触部材

【図1】

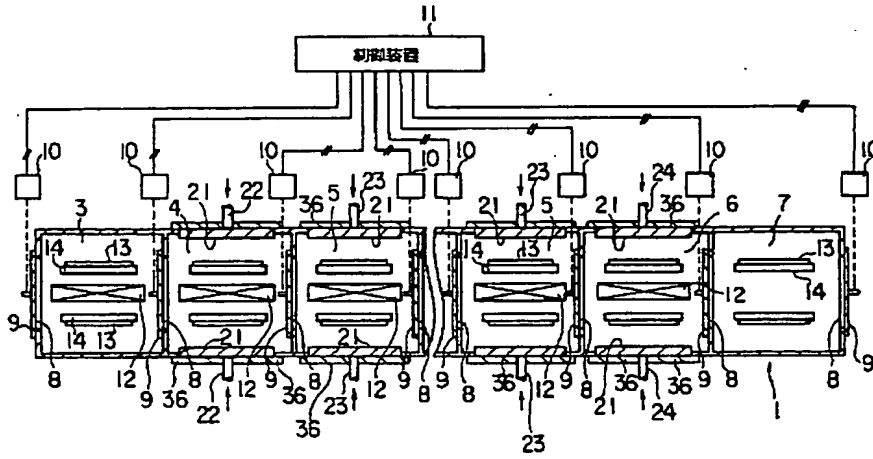


【図3】

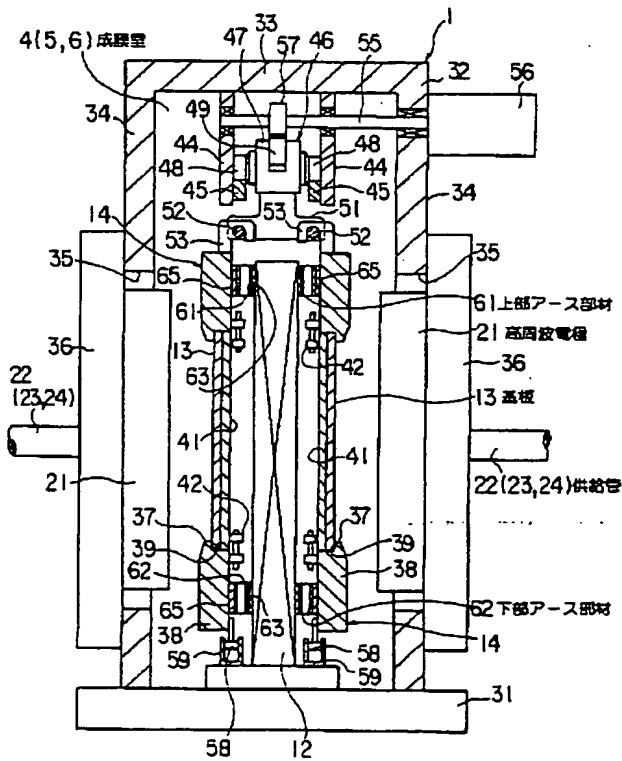


(10)

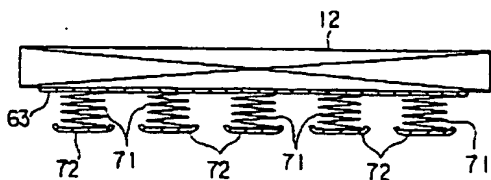
【図2】



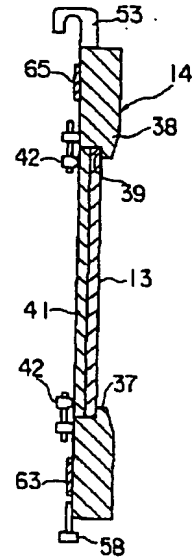
【図4】



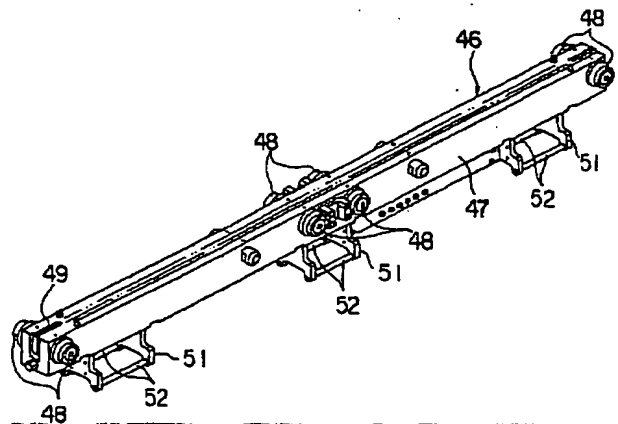
【図8】



【図5】



【図6】



(11)

【図7】

